

KAJI EKPERIMENTAL PERFORMA TUNGKU PEREBUSAN DENGAN MEDIA PEMIJAR DARI BATU KALI

JATMIKO EDI SISWANTO^{1*}, ADJARPRATOTO²

Program Studi Magister Teknik Mesin-Fakultas Teknik Universitas Andalas

Kampus Limau Manis, Padang, 25163

*jatkikoedis@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan media pemijar didalam tungku dapat menaikkan efisiensi pembakaran, namun belum diidentifikasi variabel-variabel dan pengaruhnya terhadap efisiensi pembakaran. Pada analisa ini setelah mengidentifikasi variabel-variabel dan pengaruhnya maka dapat diketahui potensi penghematan pemakaian bahan bakar dan kenaikan efisiensi tungku. Pada eksperimen ini juga dilakukan perbandingan menggunakan media pemijar batu-kali yang akan dibandingkan dengan pembakaran non-media.

Eksperimen ini dilakukan dengan dua tahapan pembakaran. yaitu tahapan percobaan pertama dilakukan pembakaran awal selama 20 menit tanpa beban dengan kondisi pompa dihidupkan dan burner dinyalakan. Tahapan berikutnya dimulai setelah jeda selama 10 menit dalam kondisi pompa dan burner dimatikan dan dilanjutkan dengan pembakaran tahap akhir dengan beban dipasang, pompa dihidupkan dan burner dinyalakan sampai temperatur air mencapai 90°C. kondisi ini dipakai untuk memanaskan air sebanyak 4000 ml.

Hasil eksperimen menunjukan temperatur awal pada pembakaran akhir dengan memakai media berpori (batu kali) sebesar 275 °C dan pembakaran non-media sebesar 155°C. Total pemakaian bahan bakar dari eksperimen awal dan akhir untuk pembakaran menggunakan media pemijar batu-kali dapat menghemat kerosin sebesar 60 ml (28,6%). Efisiensi pembakaran pada media berpori (batu-kali 1,5") senilai 14,7%, sedangkan pada non-media sebesar 10%. Dari data ini diperoleh peningkatan efisiensi pada media berpori 4,7% dibanding dengan non-media.

Kata Kunci: tungku, media pemijar, SFC, efisiensi partikel batu kali.

ABSTRACT

Incandescent media use in the furnace can increase the efficiency of combustion, but have not identified the variables and their effects on the efficiency of this analysis pembakaran. Pada after identifying the variables and the effect it can be seen the potential savings of fuel and the increase in the efficiency of the furnace. In this experiment was also carried out comparing the use of media pemijar stone-times to be compared with a non-burning media.

This experiment was done in two stages pembakaran. yaitu first stage of trials conducted initial burning for 20 minutes without the burden of the condition of the pump is turned on and the next dinyalakan. Tahapan burner starts after the break for 10 minutes in the condition of the pump and the burner is turned off and continued with the burning of the final stage with a load installed, the pump is turned on and the burner is turned on until the water temperature reaches 90°C. kondisi is used to heat the water as much as 4000 ml.

The experimental results showed the initial temperature at the end of the combustion using porous media (stone) amounted to 275 0C and non-media burning at 1550C. Total fuel consumption of eksperimenl beginning and end of combustion using stone pemijar-time media can save kerosene by 60 ml (28.6%). The efficiency of combustion in porous media (stone-times 1.5 ") amounting to 14.7%, while in non-media by 10%. This data was obtained from increased efficiency in porous media 4.7% compared with non-media.

Keywords: furnaces, media pemijar, SFC, efficiency particulate stone.

1. PENDAHULUAN

Krisis energi yang menimpa negara Indonesia ditandai dengan semakin langkanya BBM di tengah-tengah masyarakat serta harga BBM yang merangkak naik disebabkan harga minyak dunia yang melonjak tinggi. Rencana penghapusan subsidi BBM secara bertahap menyebabkan kenaikan harga BBM. Adanya hal-hal yang diuraikan diatas perlu adanya sistem pembakaran yang lebih hemat dalam pemakaian BBM dan efisiensi tungku pembakaran yang lebih baik.

Pada eksperimen performa tungku media berpori pada kompor gas LPG untuk meningkatkan efisiensi termal *burner* LPG konvensional dengan memanfaatkan teknik pembakaran media berpori. Efisiensi termal meningkat menjadi 59% dari kondisi awal 53% dengan media kuningan sebagai media berpori, sementara dengan menggunakan aluminium diperoleh peningkatan 54% dari kondisi awal 49%. Setelah isolasi kompor menggunakan media berpori serpihan kuningan, efisiensi termal meningkat menjadi 65% dan 56% untuk menggunakan serpihan aluminium [1].

Pemakaian material berpori dalam tungku proses pembuatan tahu dapat menaikkan proses produksi dari 15 kali masak/hari menjadi 20 kali masak/hari dan penghematan konsumsi bahan bakar dari 2 liter per kali masak menjadi 1,6 liter per kali masak [2], namun variabel-variabel yang mempengaruhi penghematan tersebut belum diidentifikasi dengan analisis dan eksperimen.

Dalam penelitian ini, permasalahannya adalah bagaimana cara mengidentifikasi pengaruh variabel-variabel pada penggunaan media berpori, terhadap penghematan pemakaian bahan-bakar dan efisiensi pada tungku perebusan, serta bagaimana cara pengujiannya.

2. KAJIAN PUSTAKA

Pembakaran bahan bakar cair diperlukan suatu proses penguapan atau proses pembakaran yang baik pada saat pembakaran berlangsung, alat yang digunakan untuk melakukan proses pembakaran bahan bakar cair adalah alat bakar (*burner*) yang salah satunya adalah *Vaporizing burner*. *Burner* jenis ini menggunakan panas dari api untuk menguapkan bahan bakar secara terus menerus. Cara kerja dari *burner* jenis ini adalah dengan memanaskan minyak bakar yang dialirkan ke koil pemanas dan uap bahan bakar yang terbentuk kemudian disemprotkan oleh nosel. Setelah keluar dari nosel, uap bahan bakar akan bercampur dan terbakar membentuk lidah api pada tungku.

Jenis tungku ada beberapa macam salah satunya jika ditinjau dari bahan bakar yang dipakai terdapat tungku dengan bahan bakar kayu, minyak, gas, batu bara atau listrik. Tungku pembakaran menggunakan bahan bakar minyak tanah biasanya dilakukan

dengan mengabutkan bahan bakar sehingga tungku jenis ini memerlukan alat untuk pengapian yang didesain secara khusus dan dilengkapi dengan alat penghembus udara pada tungku dengan bahan minyak tanah. Tekanan minyak sangat diperlukan sehingga diperlukan pompa bahan bakar untuk mendapatkan proses pembakaran yang lebih sempurna, secara umum cara kerja tungku pembakaran adalah untuk menghasilkan panas dengan merubah minyak menjadi gas dengan bantuan udara, baik alami maupun udara dari blower sehingga mudah terbakar.

Porositas Media

Porositas adalah perbandingan antara volume rongga pada media dan volume total media pembakaran, sedangkan macam porositas ada dua macam yaitu porositas intra partikel dan porositas antar partikel (porositas curah)

Besarnya porositas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\epsilon = \frac{\text{Vol. rongga}}{\text{Vol. total media}} = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$$

Dimana

V_2 = volume media pembakaran

V_1 = volume total (medium + rongga)

$$\text{Volume media tanpa rongga} = \frac{\text{massa}}{\text{densitas}} = \frac{m}{\rho}$$

Volume rongga adalah volume kosong atau gas pada tumpukan partikel media pembakaran. Volume total (V_2) volume total media setelah direndam pada air, volume penuh (V_1) volume penuh air pada alat ukur yang merendam media pembakaran. Untuk menentukan besarnya volume dengan rongga dapat dilakukan dengan pengukuran saat percobaan. Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa makin besar ukuran partikel media makin besar porositasnya dan makin besar porositas makin kecil energi tersimpunya. Pengaruh porositas curah terhadap terhadap laju gas pembakaran adalah semakin besar porositas curah media, semakin besar laju gas pembakaran dan semakin besar laju gas pembakaran semakin besar kebutuhan bahan bakarnya.

Media pembakaran

Jenis media pembakaran yang diantaranya Batu-bata, Batu-kali, Geram besi yang dan lain lainnya yang bisa dipakai sebagai media pembakaran dan untuk batu-bata dan batu-kali untuk mendapatkan variasi efisiensi terhadap media pembakaran dalam kajian ini dibedakan menjadi tiga variasi ukuran yaitu ukuran partikel media pembakaran 2,5", 2" dan 1,5" sesuai ukuran *mesh Sieve shaker* dan masing ukuran seberat 2,5 kg. Faktor yang menentukan

dalam proses pemanasan adalah deformasi termal yang berhubungan dengan ukuran rata-rata porositas (*porous, ε*) yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel. Semakin besar ukuran partikel, maka semakin besar ukuran porositasnya dan sebaliknya semakin kecil ukuran partikel, semakin kecil ukuran porositasnya semakin tinggi kalor thermalnya

Pada proses pembakaran dalam tungku terjadi karena adanya bahan bakar, udara dan sumber panas yang bereaksi sehingga menimbulkan panas tinggi yang dapat digunakan untuk proses produksi, sedangkan performa tungku dapat ditentukan antara lain dengan :

Efisiensi Pembakaran (η_m)

Efisiensi Pembakaran adalah suatu cara untuk mengetahui efektivitas dari tungku dengan cara membandingkan sejauh mana bahan bakar yang diberikan dapat menghasilkan produktivitas. Efisiensi dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan antara jumlah kalor yang dihasilkan dalam suatu proses dengan kalor yang diberikan.

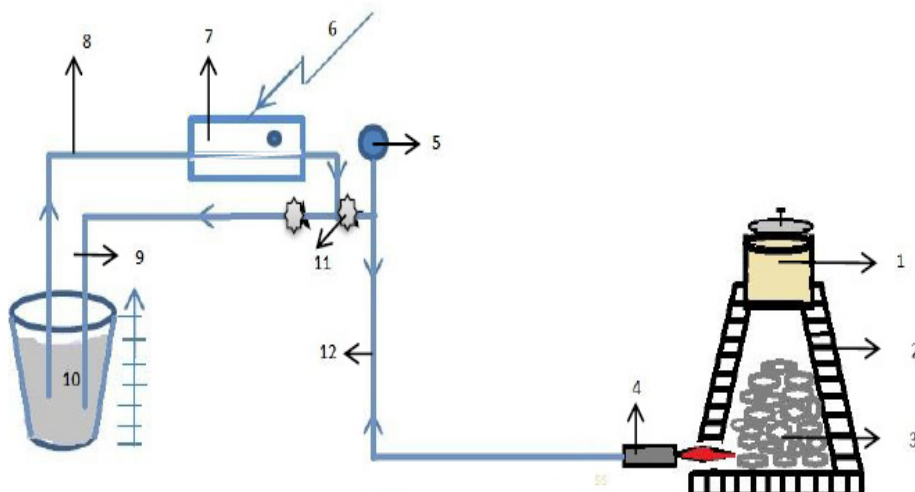
$$\eta_{th} = \frac{\text{Kalor yang berguna}}{\text{Kalor yang diberikan}}$$

$$\text{Kalor yang berguna} = (M_w \cdot C_w + M_a \cdot C_a) (T_2 - T_1)$$

$$\text{Kalor yang diberikan} = M_f \cdot Q_v$$

Dari hal tersebut diatas, sehingga efisiensi dapat dihitung sebagai berikut :

$$\eta_{th} = \frac{(M_w \times C_w + M_a \times C_a)(T_2 - T_1)}{M_f \times C_{v4188,8}} \times 100\%$$



Gambar1. Bagan Pengujian

Dimana W_w : massa air, C_w :panas jenis air 4.181 J/kg K [6], M_a :massa almunium, C_a :panas jenis almunium 905 J/kg⁰K, γ :berat jenis almunium, 3,7. 10⁻⁴ m³/kg T_1 :temperatur awal air, T_2 :temperatur akhir air, M_f :kosumsi bahan bakar, C_v :nilai kalor minyak tanah 11.100 kkal/kg[3], Kkal:kilo kalori

Pemakaian bahan bakar spesifik (SFC)

Pemakaian bahan bakar spesifik yang merupakan kosumsi bahan bakar yang diberikan pada proses pembakaran persatuan unit produksi. Efisiensi dapat dihitung dengan menggunakan perbandingan antara jumlah bahan bakar yang digunakan dalam suatu proses pembakaran persatuan unit produksi (ml/liter air).

Pada proses pembakaran dalam tungku bahan bakar spesifik dapat dihitung dengan rumus

$$SFC = \frac{Q_f}{Q_p}$$

Dimana : Q_f =Kosumsi bahan bakar dalam perebusan, Q_p =Total produksi perebusan (4 Ltr)
Dari perumusan diatas sehingga kebutuhan bahan bakar spesifik pada masing – masing partikel media pembakaran dapat diperbandingkan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan pengujian

Secara skematik instalasi pengujian yang digunakan dalam penelitian diperlihatkan dalam Gambar 1.

Keterangan gambar :

1. Perebus Air
2. Tungku
3. Media Pemjar
4. Burner
5. Presure Gauge
6. Arus listrik
7. Pompa Minyak
8. Pipa Isap
9. Pipa return
10. Volume ukur
11. Katup / pengatur tekanan
12. Pipa tekan

B. Eksp erimen

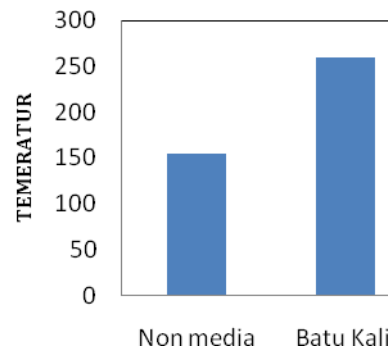
Dalam pelaksanaan eksperimen ini dilakukan dengan dua tahapan pembakaran. Tahapan percobaan pertama dilakukan pembakaran awal selama 20 menit tanpa beban dengan kondisi pompa dihidupkan dan burner dinyalakan. Tahapan berikutnya dimulai setelah jeda selama 10 menit dalam kondisi pompa dan burner dimatikan dan dilanjutkan dengan pembakaran tahap akhir dengan beban dipasang, pompa dihidupkan dan burner dinyalakan sampai temperatur air mencapai 90°C . Kondisi ini dipakai untuk memanaskan air sebanyak 4000 ml, dalam pelaksanaan eksperimen tekanan kerosin dijaga konstan pada 1 atm. Ukuran partikel media pembakaran batu-kali untuk mendapatkan variasi efisiensi terhadap media pembakaran dibedakan menjadi tiga variasi yaitu ukuran partikel media pembakaran 2,5", 2" dan 1,5" sesuai ukuran mesh pada Sieve shaker dan masing ukuran dengan berat 2,5 kg.

Pada pembakaran awal pendataan temperatur dilakukan setiap interval waktu 2 menit dan pada menit ke 20 setelah burner dimatikan dilakukan pendataan bahan bakar yang dipakaipada gelas ukur. Untuk pembakaran tahap akhir pendataan temperatur dilakukan setiap interval waktu 2 menit dan pada saat temperatur beban mencapai 90°C burner dimatikan dan dilakukan pendataan bahan bakar yang dipakaipada gelas ukur dan pendataan lamanya waktu perebusan.

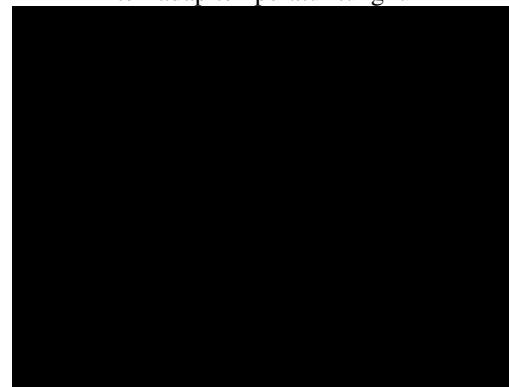
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Temperatur

Pada awal proses lanjutan media batukali mempunyai energi tersimpan lebih tinggi jika dibandingkan non-media seperti terlihat pada gambar 2.1a temperatur batu-kali 259°C dan temperatur non-media 155°C . Hal ini karena adanya media pembakaran yang dapat menaikkan temperatur atau energi panas yang diterima selama pembakaran awal.



Gbr 2.1a Pengaruh batu-kali terhadap temperatur tungku



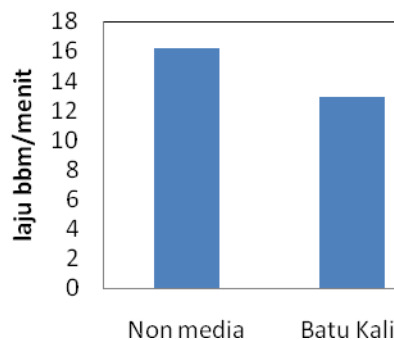
Gbr 2.1b Pengaruh ukuran B.Kali terhadap temperatur tungku

Jika ditinjau dari ukuran partikel media pembakaran batukali ukuran partikel 1,5" dengan temperatur tungku 238°C , untuk partikel 2" diperoleh temperatur tungku 265°C dan 275°C untuk ukuran partikel 2,5", pada media ini temperatur lebih tinggi karena porositas makin besar dan menghasilkan *energy storage* makin besar yang berdampak naiknya temperatur tungku dan lebih tinggi jika banding dengan non-media seperti terlihat pada gambar 2.1b

Laju pemakaian Kerosin

Pada pembakaran awal selama 20 menit tekanan dijaga konstan pada 1 atm dengan cara mengatur pembukaan katup kerosin, dari hasil perngujian

media batu-kali mempunyai laju aliran bahan bakar(12,88 ml/menit) lebih kecil jika dibanding non-media(16,15ml/menit) hal ini dikarenakan adanya temperatur tinggi pada media sehingga untuk mempertahankan tekanan 1 Atm diperlukan BBM yang lebih sedikit, dapat dilihat pada gambar.2.2a



Gbr.2.2a Pengaruh batu-kali terhadap laju pemakaian kerosin

Ukuran Media Partikel

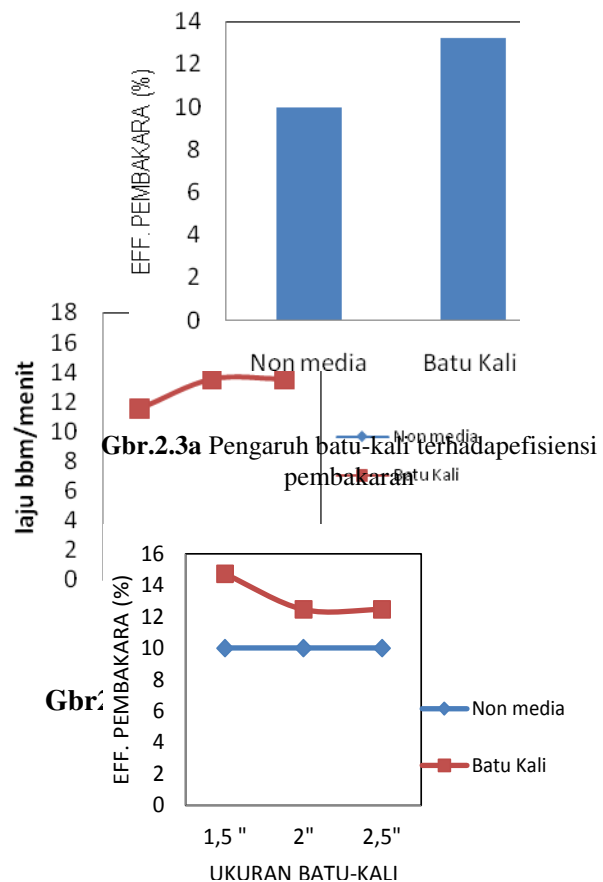
Ditinjau dari ukuran partikel media pembakaran batukali ukuran partikel 1,5” mempunyai laju konsumsi kerosin 11,54ml/menit dan 16,15ml/menit untuk non-media sedangkan pada partikel batukali 2” konsumsi kerosin lebih tinggi, hal ini karena makin kecil ukuran partikel makin besar luas penampang pembakaran dan makin besar kalor yang dihasilkan. Makin besar ukuran partikel batu-kali makin besar porositas sehingga makin besar laju pemakaian bahan bakar untuk mempertahankan tekanan kerja 1 atm, dapat dilihat pada gambar.2.2b

Peforma tungku

Untuk menganalisa peforma tungku dapat ditinjau dari sejauh mana energi panas yang dihasilkan pada proses pembakaran dengan pemakaian media pembakaran, maupun dengan menganalisa konsumsi bahan bakar persatuan produksi. Untuk itu analisa peforma dapat dilakukan sebagai berikut:

Efisiensi Pembakaran

Dari hasil pengujian media batu-kali mempunyai efisiensi pembakaran sebesar (14,70%) sedangkan pada pembakaran non-media mempunyai efisiensi sebesar (10%) dapat dilihat pada gambar.2.3a



Gbr.2.3b Pengaruh ukuran batu-kali terhadap efisiensi pembakaran

Ukuran partikel pada media batu-kali mempunyai efisiensi pembakaran yang lebih tinggi dari proses pembakaran tanpa media. Hal ini karena makin kecil ukuran partikel makin besar luas penampang pembakaran, makin besar kalor yang dihasilkan dan makin kecil kebutuhan kerosin. Pada batu-kali dengan ukuran partikel 1,5” mempunyai efisiensi pembakaran 14,70% sebagai dampak dari konsumsi kerosin yang rendah (150ml) untuk proses perebusan. Sedangkan konsumsi kerosin pada pembakaran non-media sebesar 210 ml. Dari data tersebut ada penghematan pemakaian kerosin sebesar 28,6%. Perbandingan efisiensi tungku terhadap ukuran partikel dapat dilihat pada gambar 2.3b

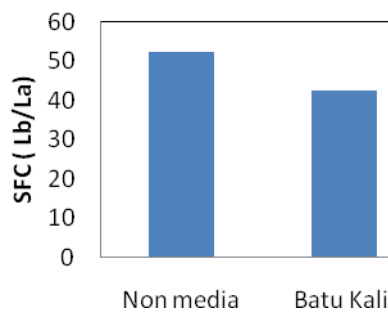
Spisifik fuel consumption (SFC)

Pemakaian bahan bakar spesifik yang merupakan konsumsi bahan bakar yang diberikan pada proses pembakaran persatuan unit produksi yang dapat dihitung dengan rumus

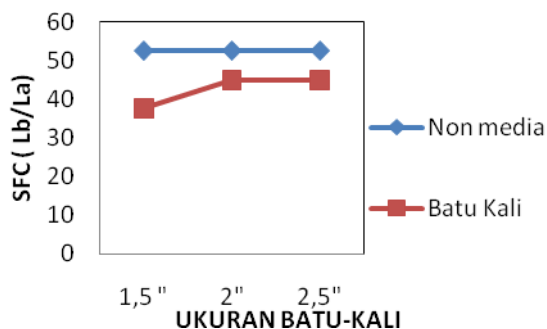
$$SFC = \frac{Q_f}{Q_p}$$

Dimana Q_f = Kosumsi bahan bakar dalam perebusan, Q_p = Total produksi perebusan (4 Ltr)

Pada pengujian media batu-kali mempunyai Spesifik fuel consumption sebesar (37,5 ml kerosin/liter air) sedangkan pada non-media mempunyai Spesifik fuel consumption sebesar (52,5ml kerosin/liter air) dapat dilihat pada gambar.2.4a



Gbr.2.4a Pengaruh batu-kali terhadap SFC



Gbr.2.4b Pengaruh ukuran batu-kali terhadap SFC

Jika ditinjau dari ukuran partikel pada batu-kali partikel 1,5" mempunyai spesifik fuel consumption(SFC) sebesar 37,5ml/ltr sedangkan pada non-media mempunyai Spesifik fuel consumption sebesar (52,5 ml kerosin/liter). Sehingga dari data tersebut terdapat penghematan kerosin sebesar 15ml/ltr (28,6%) yang dapat dilihat pada gambar 2.4. makin besar pemakaian SFC berarti makin boros pemakaian kerosin.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut: Pada hasil eksperimen menunjukan temperatur awal pada pembakaran akhir dengan memakai media berpori (batu-kali) sebesar 275 °C dan pembakaran non-media sebesar 155°C. Total pemakaian bahan bakar dari eksperimen awal dan akhir untuk pembakaran menggunakan media pemijar batu-kali dapat menghemat kerosin sebesar 60ml (28,6%).

Konsumsi bahan bakar spesifik (SFC) pada pembakaran memakai media batu-kali adalah sebesar 37,5 ml kerosin /liter air. Sedang untuk non-media sebesar 52,5ml kerosin/liter.air. Hal ini menunjukan terjadi penghematan pada media berpori sebesar 28,57%. Efisiensi pembakaran pada media berpori (batu-kali 1,5") sebesar 14,7%, sedangkan pada non-media sebesar 10%. Dari data ini diperoleh peningkatan efisiensi pada media berpori 4,7% dibanding dengan non-media.

6 DAFTAR PUSTAKA:

- [1].Khan and A. Saxena Performance Insulated LPG Burner using metal chips As porous Medium International Jurnal of Engineering Research & Technology Volume 2 Issue 6 june 2013
- [2].Muhakir, Pabrik Tahu, Padang, Komunikasi pribadi Pebruari 2014
- [3].Pedoman efesiensi energy untuk industry diasia [Http://www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org) ,11 maret 2014
- [4].Muthukumar, Piyush Anand, Prateek Sachdeva.Performance analysis of porous radiant burners used in LPG cooking stove Jurnal Volume 2 Issue,2011 pp 367-374
- [5].Khan and A. Saxena.Performance of LPG Cooking Stove Using Different Design Of Burner Heads International Jurnal of Engineering Research, Volume Issue 7, july-2013
- [6].Holman, Heat Transfer – 10th ed cgraw-Hill series in mechanical engineering
- [7].Curtis, A. 2001. Assesment Of The Effect Of Cumbustion Waste Oil, And Health Effect. Associated With The Use Of Waste Oil As a Dust Supresant. USA:Woodward- Clyde.Ltd
- [8].Lawrence VV – 1991 Ilmu dan Teknologi bahan Fak Teknik – UI
- [9].Lapres Densitas dan Porositas padatan, Fak MIP –ITS Surabaya 10-12-2014
- [10].Hubungan antara Poisson ratio dengan Porositas Prosding symposium IATMI Yogyakarta, 3-5 Oktober 20001, 10-12-2014
- [11].Ercan Ataer Storage Of Thermal energy *Gazi University,MechanicalEngineering Department, Maltepe, 06570 Ankara,02 -11-2014*